

**Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung des
Volumen- und/ oder Massendurchflusses eines
Mediums in einer Rohrleitung**

- 5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung des Volumen- und/ oder Massendurchflusses eines Mediums, das eine Rohrleitung in einer Strömungsrichtung durchfließt, mit zumindest zwei Ultraschallsensoren, die in einer definierten Meßposition an der Außenwand der Rohrleitung befestigt sind und die wechselweise Ultraschall-Meßsignale 10 aussenden und empfangen, und mit einer Regel-/Auswerteeinheit, die den Volumen- und/oder den Massendurchfluß des Mediums in der Rohrleitung anhand der Laufzeitdifferenz der Ultraschall-Meßsignale in Strömungsrichtung und entgegen der Strömungsrichtung ermittelt.
- 15 Clamp-On Ultraschall-Durchflußmeßgeräte der zuvor beschriebenen Art, die den Volumendurchfluß mittels der sog. Laufzeitdifferenz-Methode ermitteln, werden vielfach in der Prozeß- und Automatisierungstechnik eingesetzt. Sie erlauben es, den Volumendurchfluß in einem Behältnis, z.B. in einer Rohrleitung, berührungslos zu bestimmen. Hierzu werden die Ultraschall-Meßsignale unter einem vorgegebenen Winkel in die Rohrleitung, in der sich das Medium befindet, eingestrahlt. Die Meßposition der Ultraschallsensoren an der Rohrleitung ist abhängig von dem Innendurchmesser der Rohrleitung, von der Schallgeschwindigkeit des Mediums, von der Wandstärke der Rohrleitung und von der Schallgeschwindigkeit des Materials der Rohrleitung. 20 Um eine verlässliche Meßgröße für den Durchfluß bereitstellen zu können, müssen diese Parameter bekannt sein.
- 25

Bekannt geworden sind Clamp-On Durchflußmeßgeräte, bei denen die Ultraschallwandler von außen an die Rohrleitung mittels eines Spannverschlusses angepreßt werden. Clamp-On Durchflußmeßgeräte sind beispielsweise in der EP 0 686 255 B1, der US-PS 4,484,478 oder der US-PS 30 4,598,593 beschrieben. Weiterhin ist es bekannt, die Clamp-On Durchfluß-4,598,593 beschrieben. Weiterhin ist es bekannt, die Clamp-On Durchfluß-

meßgeräte über Ketten, Klettänder oder über Schrauben an der Rohrleitung anzubringen. Es versteht sich von selbst, daß die bekannten Methoden zur Positionierung der Ultraschallsensoren ziemlich zeitaufwendig ist.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Clamp-On Durchflußmeßgerät vorzuschlagen, das eine schnelle Montage an bzw. eine Demontage von einer Rohrleitung mit einem weitgehend beliebigen Außendurchmesser erlaubt.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die beiden Ultraschallsensoren an einer
10 zangenartigen Klemmeinheit befestigt sind, die derart ausgestaltet ist, daß die Ultraschallsensoren auf die Rohrleitung aufklemmbar sind. Bevorzugt ist die zangenartige Klemmeinheit so ausgestaltet, daß sich die beiden Ultraschall-
sensoren nach dem Aufklemmen auf die Rohrleitung – und zwar weitgehend unabhängig von deren Außendurchmesser - automatisch in der korrekten
15 Meßposition befinden. Die obere Grenze der Rohrleitung ist lediglich durch die konstruktive Ausgestaltung und insbesondere durch den möglichen Öffnungs-
winkel der zangenartigen Klemmeinheit vorgegeben.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung schlägt
20 vor, daß die Klemmeinheit derart ausgestaltet ist, daß die beiden Ultraschall-
sensoren in der Meßposition in einer Zwei- oder Mehr-Traversenanordnung
auf einer zur Längsachse der Rohrleitung im wesentlichen parallelen Mantel-
linie angeordnet sind. Alternativ ist vorgesehen, daß die Klemmeinheit derart
25 ausgestaltet ist, daß die beiden Ultraschallsensoren in der Meßposition auf
entgegengesetzten Seiten der Rohrleitung in einer Ein-Traversenanordnung
oder in einer mehrfachen Ein-Traversenanordnung angeordnet sind.

Als besonders einfach wird die Ausgestaltung angesehen, daß die
zangenartige Klemmeinheit eine erste Teileinheit und eine zweite Teileinheit
30 umfaßt. Insbesondere besteht die erste Teileinheit aus zwei Hebelarmen, die
in ihrem mittleren Bereich über eine Schwenkverbindung miteinander
gekoppelt sind. Bevorzugt ist ein erster Drehgeber an der Schwenkverbindung

vorgesehen. Dieser Drehgeber dient der Erfassung der Winkelstellung zwischen den beiden Hebelarmen. Anhand der von dem Drehgeber gelieferten Meßwerte ermittelt die Regel-/Auswerteeinheit den Außendurchmesser der Rohrleitung.

5

Die zweite Teileinheit setzt sich bevorzugt aus folgenden Komponenten zusammen:

- zwei V-förmig angeordnete Führungsschienen, die in ihren verbundenen Endbereichen über eine Schwenkverbindung miteinander gekoppelt sind;
- zwei festklemmbare Schwenkverbindungen, die in den freien Endbereichen der Führungsschienen und in den Endbereichen einer Querstange vorgesehen sind;
- zwei Verbindungsstücke, die starr an den Schwenkverbindungen montiert sind und an denen die Ultraschallsensoren befestigt sind;
- die Querstange, die starr mit dem ersten Hebelarm der ersten Teileinheit verbunden ist;
- eine Halterung, die mit dem zweiten Hebelarm der ersten Teileinheit in Verbindung steht.

- 20 Wie bereits an vorhergehender Stelle erwähnt, ist es bei Clamp-On Durchflußmeßgeräten wichtig, die Wandstärke der Rohrleitung für die Berechnung der Laufzeiten der Ultraschall-Meßsignale zu berücksichtigen. Die Wandstärke der Rohrleitung ist entweder bekannt, oder sie läßt sich mittels Ultraschall über einen Ultraschallsensor ermitteln. Daher ist gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Kompensationseinheit vorgesehen, über die sich quasi automatisch die Wandstärke der Rohrleitung kompensieren läßt. Hierzu ist der Kompensationseinheit ein zweiter Drehgeber und ein Längensensor zugeordnet. Der Drehgeber und der Längensensor übermitteln ihre Meßdaten an die Regel-/Auswerteeinheit.
- 25
- 30

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1: eine perspektivische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflußmeßgeräts;

5

Fig. 2: einen Querschnitt der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform;

Fig. 3: eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen

10

Ultraschall-Durchflußmeßgeräts im Querschnitt;

Fig. 4: eine Draufsicht auf die in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform;

Fig. 5: ein Blockschaltbild zur Ansteuerung des erfindungsgemäßen

15

Durchflußmeßgeräts.;

Fig. 6: eine schematische Darstellung des Schallpfads eines Ultraschall-Meßsignals;

20

Fig. 7: eine schematische Darstellung zur Ermittlung der Höhenverstellung des erfindungsgemäßen Durchflußmeßgeräts bei einer zu kompensierenden Wandstärke d ;

25

Fig. 8: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung
Im Falle der Kompensation einer dünnen Rohrwand d_1 ;

Fig. 9: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung
im Falle der Kompensation einer dicken Rohrwand d_2 ;

30

Fig. 10: eine schematische Darstellung der Winkelstellung der Schenkel der zangenartigen Klemmeinheit bei einem stark brechenden Meßmedium.

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflußmeßgeräts 1, das den Volumen- oder Massendurchfluß des Mediums 3 durch die Rohrleitung 2 bestimmt

5 und/oder überwacht. In Fig. 2 ist ein Querschnitt der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform zu sehen. Das Ultraschall-Durchflußmeßgerät 1 arbeitet nach dem Laufzeitdifferenz-Prinzip: Die Differenz der Laufzeiten von Ultraschall-Meßsignalen, die ein in der Rohrleitung 2 strömendes Medium 3 in Strömungsrichtung und entgegen der Strömungsrichtung queren, ist proportional zur Strömungsgeschwindigkeit des Mediums 3. Bei bekanntem Innendurchmesser der Rohrleitung 2 lässt sich der Volumendurchfluß bestimmen. Ist weiterhin die Dichte des strömenden Mediums 3 bekannt, so lässt sich der Massendurchfluß durch die Rohrleitung 2 ermitteln.

10 15 Im gezeigten Fall werden die Ultraschall-Meßsignale von den beiden Ultraschallsensoren 16, 17 abwechselnd ausgesendet und empfangen. Die beiden Ultraschallsensoren 16, 17 sind in der Meßposition – wenn also ein maximaler Anteil der von einem ersten Ultraschallsensor 16, 17 ausgesendeten Meßsignale in dem zweiten Ultraschallsensor 17; 16 empfangen wird - auf einer zur Längsachse parallel verlaufenden Mantellinie der Rohrleitung 2 positioniert. Die beiden Ultraschallsensoren 16, 17 befinden sich in einer sog. Zweittraversenanordnung. Die Ermittlung der Laufzeitdifferenz der Ultraschall-Meßsignale und die Bestimmung des Volumen- oder Massendurchflusses erfolgt in der Regel-/Auswerteeinheit 22.

20 25 30 Das erfindungsgemäße Ultraschall-Durchflußmeßgerät 1 lässt sich über einen konstruktiv sehr einfachen Mechanismus an der Rohrleitung 2 in der korrekten Meßposition anbringen. Insbesondere lässt sich der Mechanismus problemlos an weitgehend beliebige Außendurchmesser der Rohrleitung 2 adaptieren. Voraussetzung hierfür ist in erster Näherung lediglich, daß die Schallgeschwindigkeit bzw. der Brechungsindex des Mediums 3 bekannt ist. Bevorzugt ist der Mechanismus so ausgestaltet, daß sich die korrekte Meßposition bei

unterschiedlichen Außendurchmessern der Rohrleitung 2 automatisch einstellt. Im gezeigten Fall ist der Mechanismus so ausgestaltet, daß die Klemmwirkung über die beiden Ultraschallsensoren 16, 17, die Halterung 19 und die Druckfeder 8, die zwischen den beiden Hebelarmen 4, 5 angeordnet 5 ist, erzeugt wird. Selbstverständlich ist es auch möglich, das erfindungsgemäße Ultraschall-Durchflußmeßgerät 1 so auszustalten, daß die Ultraschallsensoren 16, 17 in der Meßposition in gegenüberliegenden Bereichen der Rohrleitung 2 in einer sog. Eintraversenanordnung montiert sind. Eine andere Anordnungsvariante stellt die sog. doppelte oder mehrfache 10 Eintraversenanordnung dar.

Betrachten wir Fig. 1 etwas näher. Wie bereits gesagt, ist eine wesentliche Komponente des erfindungsgemäßen Durchflußmeßgeräts 1 die zangenartige Klemmeinheit 4, über die sich die Ultraschallsensoren 16, 17 in einfacher Art 15 und Weise an der Rohrleitung 3 befestigen lassen. Die Klemmeinheit 4 besteht aus einer ersten Teileinheit 28 und aus einer zweiten Teileinheit 29. Die erste Teileinheit 28 weist zwei in einer Ebene angeordnete Hebelarme 5, 6 auf, die über die Schwenkverbindung 7 beweglich zueinander gelagert sind. Der Aufbau der ersten Teileinheit 28 der Klemmeinheit 4 entspricht dem 20 Aufbau einer Schere oder Zange; die zweite Teileinheit 29 entspricht im wesentlichen den Griffteilen einer Zange.

Die zweite Teileinheit 29 setzt sich im gezeigten Fall aus folgenden Komponenten zusammen: zwei V-förmig angeordneten Führungsschienen 10, 11, 25 die in ihren verbundenen Endbereichen über die Schwenkverbindung 9 miteinander gekoppelt sind, zwei Schwenkverbindungen 20, 23; 21, 24, die in den 'freien' Endbereichen der Führungsschienen 10, 11 vorgesehen sind, zwei Verbindungsstücke 14, 15, an denen die Ultraschallsensoren 16, 17 befestigt sind, die Querstange 12, und die Halterung 19. Die Schwenkverbindungen 20, 23; 21, 24 sind über jeweils zwei schwenkbar und festklemmbar angeordnete Rohrstücke realisiert. Jeweils ein Rohrstück 23, 24 ist in 30 einem Endbereich einer jeden Führungsschiene 10, 11 befestigt. Diese

Rohrstücke 23, 24 sind schwenkbar und arretierbar mit den Rohrstücken 20, 21 verbunden, die an der Querstange 12 beweglich angeordnet sind. Die Rohrstücke 20, 23; 21, 24 lassen sich in unterschiedlichen Winkelstellungen zueinander arretieren. Zwecks korrekter Positionierung der beiden Ultraschall-sensoren 16, 17 zueinander wird der Winkel α zwischen den beiden Führungsschienen 10, 11 in Abhängigkeit von dem in der Rohrleitung 2 strömenden Medium 3 und von dem vorgegebenen Innendurchmesser der Rohrleitung 3 so eingestellt, daß die Ultraschall-Meßsignale, die von einem Ultraschallsensor 16; 17 ausgesendet werden, im jeweils anderen Ultraschall-sensor 17; 16 empfangen werden.

Zur Erkennung des Winkels β ist im Bereich der Schwenkverbindung 7, über die die beiden Führungsschienen 10, 11 miteinander verbunden sind, ein Drehgeber 25 vorgesehen. Anhand der vom Drehgeber geliefert Daten ermittelt die Regel-/Auswerteeinheit 22 den Außendurchmesser D_a der Rohrleitung. Der entsprechende Sachverhalt ist in Fig. 6 skizziert. Durch den Öffnungswinkel β und die feste Länge der Schenkel der zangenartigen Klemmeinheit 4 kann diese Erfassung in eindeutiger Weise erfolgen. Mit der Kenntnis des Durchmessers D_a und der Wandstärke d der Rohrleitung 2 lässt sich der Innendurchmesser D_i und somit die innere Fläche der Rohrleitung 2 berechnen. Es ist nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungs-gemäßen Vorrichtung darüber hinaus vorgesehen, daß die Ultraschall-sensoren so ausgebildet sind, daß sie, z.B. in einem Gehäuse angeordnet, sowohl die Wandstärkemessung d (durch Messung der Schallgeschwindigkeit auf dem senkrechten Schallweg) und die Durchflußmessung (durch Messung der Schallgeschwingkeit auf dem schrägen Schallpfad) durchführen können. Konkret lässt sich diese Ausgestaltung über zwei Piezoelemente realisieren, die über unterschiedliche Winkel in die Rohrleitung 2 einstrahlen.

Die Ermittlung der für die Durchflußmessung relevanten Größen erfolgt also nahezu automatisch: Der Bediener braucht in dieser zuletzt genannten

bevorzugten Ausgestaltung also keine zusätzliche Information über die Geometrie der Rohrleitung 2 einzugeben. Es genügt in dieser Ausgestaltung, wenn der Regel-/Auswerteeinheit 22 die Information über das Material zur Verfügung gestellt wird, aus dem die Rohrwand gefertigt ist. Die Info über die entsprechende Schallgeschwindigkeit c_R ist dann beispielsweise in einer Tabelle in der Regel-/Auswerteeinheit 22 hinterlegt. Somit lässt sich die Wandstärke d der Rohrleitung 2 aus der gemessenen Laufzeit T zwischen zwei Echosignalen, die an gegenüberliegenden Bereichen der Rohrwand reflektiert werden, und der Schallgeschwindigkeit c_R nach der folgenden Formel berechnen:

$$d = c_R * T / 2$$

Mit der Kenntnis des Außendurchmessers D_a der Rohrleitung 2, des Innen-durchmessers D_i der Rohrleitung 2 und der Wandstärke d der Rohrleitung 2 ist es nachfolgend möglich, anhand der Laufzeit eines Echosignals T_M , das wiederum an der dem Ultraschallsensor gegenüberliegenden Rohrwand reflektiert wird, analog zur Bestimmung der Wandstärke d auf die Schallgeschwindigkeit des Mediums c_M zurückzuschließen. Die entsprechende Formel lautet:

20

$$c_M = \frac{d_i}{T_M / 2}$$

Somit lässt sich der Winkel α nach folgender Formel bestimmen:

25

$$\alpha = 2 * \arcsin\left(\frac{c_M}{c_K} * \sin \alpha_K\right)$$

Hierbei ist

α_K : der Winkel, unter dem das Ultraschallsignal im Ultraschallsensor zum Lot auf die Austrittsfläche sendet, wobei dieser Winkel üblicherweise vom Hersteller mitgeteilt wird.

- 5 c_K : die Schallgeschwindigkeit des Vorlaufkörpers 33 des Ultraschallsensors 16; 17; auch diese ist aus den Herstellerdaten bekannt.

Erfindungsgemäß stellt sich der Abstand der Ultraschallsensoren 16, 17 entlang der Mantellinie 32 der Rohrleitung 2 automatisch in Abhängigkeit von 10 dem Außendurchmesser D_a der Rohrleitung 2 ein, sobald das Ultraschall-Durchflußmeßgerät 1 an der Rohrleitung 2 festgeklemmt ist. Hierzu sind die Rohrstücke 23, 24, die an den Führungsschienen 10, 11 befestigt sind, unter dem Winkel α starr mit den Rohrstücken 20, 21, die auf der Querstange 12 bewegbar angeordnet sind, verbunden. Der Winkel α der beiden Führungsschienen 10, 11 zu der Querstange 12 ist so eingestellt, daß die korrekte Meßposition der Ultraschallsensoren 16, 17 in Abhängigkeit von einem 15 vorgegebenen Außendurchmesser der Rohrleitung 2 und in Abhängigkeit von der Schallgeschwindigkeit des in der Rohrleitung 2 strömenden Mediums 3 erreicht ist. Mit den beiden auf der Querstange 12 beweglich angeordneten 20 Rohrstücken 20, 21 sind die Verbindungsstücke 14, 15, die die Ultraschallsensoren 16, 17 tragen, starr verbunden. Dieser Sachverhalt läßt sich anhand eines Vergleichs der in den beiden Figuren Fig. 9 und Fig. 10 dargestellten Klemmvorrichtung deutlich erkennen.

- 25 Die Querstange 12 ist in ihrem mittleren Bereich starr mit dem Endbereich des Hebelarms 5 verbunden. Über die Verbindung der Rohrstücke 20, 21 mit den Verbindungsstücken 14, 15 und den Ultraschallsensoren 16, 17 wird erreicht, daß eine Änderung der Winkelstellung der beiden Führungsschienen 10, 11 in eine translatorische Bewegung der Verbindungsstücke 14, 15 und der damit 30 fest verbundenen Ultraschallsensoren 17, 18 relativ zu der Querstange 12 umgesetzt wird. Ist der Außendurchmesser D_a der Rohrleitung 3 kleiner als in

der Fig. 1 gezeigt, so werden die beiden Ultraschallsensoren 16, 17 beim Aufklemmen der Klemmeinheit 4 auf die Rohrleitung 2 automatisch näher zueinander positioniert. Ist der Außendurchmesser D_a größer, so werden die beiden Ultraschallsensoren 16, 17 automatisch weiter auseinander gefahren.

- 5 Ist der Innendurchmesser der Rohrleitung 2 und der Brechungsindex des Mediums 3 bekannt, so lässt sich das erfindungsgemäße Clamp-On Ultra-schall-Durchflussmeßgerät 1 an Rohrleitungen 2 mit beliebigen Durchmessern in kürzester Zeit in die korrekte Meßposition bringen. Der mögliche Durch-messer ist lediglich durch die Kontruktionsmaße der erfindungsgemäßen 10 Vorrichtung begrenzt.

- Die Klemmeinheit 4 wird in der Meßposition an der Rohrleitung 2 über die von der Druckfeder 8 ausgeübte Rückstellkraft fixiert. Die Druckfeder 8 ist im Bereich der beiden freien Endbereiche der beiden Hebelarme 5, 6 15 angeordnet.

- Zwecks Berechnung der korrekten Laufzeit der Ultraschall-Meßsignale ist es erforderlich, die Wandstärke d der Rohrleitung 2 zu berücksichtigen. Die Kompensation der Wandstärke der Rohrleitung 2 erfolgt bei der in Fig. 1 20 gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung über eine Höhenverstellung der Halterung 19 und damit über eine Höhenverstellung der beiden im Winkel α angeordneten Führungsschienen 10, 11. Hierzu ist im Bereich der Schwenkverbindung 9 vorzugsweise ein Längensor 27 vorge-sehen. Ist die Brechung in der Rohrwand z.B. über die Schallgeschwindigkeit 25 c_R und Dicke d der Rohrwand bekannt, so kann die zu kompensierende Höhe H nach folgender Formel erreicht werden:

$$H = H' + d$$

- 30 Der entsprechende Sachverhalt ist in Fig. 6 skizziert. Die zu kompensierende Höhe H kann mit einem Linearantrieb automatisch und/oder mit einem Längensor (Widerstandssensor) oder einer Meßskala manuell eingestellt

werden. Für eine manuelle Einstellung wird noch eine Feststellschraube oder Arretierung an der korrekten Position benötigt. Ein Vergleich der beiden Figuren Fig. 8 und Fig. 9 zeigt die zu kompensierende Höhe H bei zwei unterschiedlichen Wandstärken d_1 , d_2 .

5

Fig. 3 zeigt eine zweite Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflußmeßgeräts 1 im Querschnitt; Fig. 4 zeigt die Ausgestaltung in Seitenansicht. Der wesentliche Unterschied zu dem in den Figuren Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Ultraschall-Durchflußmeßerät 1 besteht bei dieser Ausgestaltung darin, daß ein dritter zusätzlicher Ultraschallsensor 30 im Bereich der Halterung 19 angeordnet.

10

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild zur Ansteuerung des erfindungsgemäßen Durchflußmeßgeräts 1. Die Regel-/Auswerteeinheit 22 triggert die Aus-
15 sendung der Ultraschall-Meßsignale der Ultraschallsensoren 16, 17 und mißt die Zeit, bis die Ultraschall-Meßsignale im jeweils anderen Ultraschallsensor 17; 16 empfangen werden. Anhand der Differenz der Laufzeiten der Ultra-
schall-Meßsignale in Strömungsrichtung und entgegen der Strömungs-
richtung ermittelt die Regel-/Auswerteeinheit 22 den Volumen- und/oder
20 Massendurchfluß des Mediums 3 durch die Rohrleitung 2.

20

Zusätzlich erhält die Regel-/Auswerteeinheit 22 von dem Drehgeber 26 die Information über den Winkel α zwischen den beiden Führungsschienen 10, 11. Weiterhin wird der Regel-/Auswerteeinheit 22 die Information über die Höhenstellung der Kompensationseinheit für die Wandstärke d der Rohrleitung 2 von dem Längensensor 27 zur Verfügung gestellt. Weiterhin wird der Regel-/Auswerteeinheit 22 die Information über den Durchmesser D_a der Rohrleitung 2 über den Winkel β und den Drehgeber 25 zur Verfügung gestellt.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----------|-------------------------------|
| 1 | Ultraschall-Durchflußmeßgerät |
| 5 2 | Rohrleitung |
| 3 | Medium |
| 4 | Klemmeinheit |
| 5 | Erster Hebelarm |
| 6 | Zweiter Hebelarm |
| 10 7 | Erste Schwenkverbindung |
| 8 | Druckfeder |
| 9 | Zweite Schwenkverbindung |
| 10 | Erste Führungsschiene |
| 11 | Zweite Führungsschiene |
| 15 12 | Querstange |
| 13 | Halteelement |
| 14 | Verbindungsstück |
| 15 | Verbindungsstück |
| 16 | Ultraschallsensor |
| 20 17 | Ultraschallsensor |
| 18 | Rohrstück |
| 19 | Halterung |
| 20 | Rohrstück |
| 21 | Rohrstück |
| 25 22 | Regel-/Auswerteeinheit |
| 23 | Rohrstück |
| 24 | Rohrstück |
| 25 | Drehgeber |
| 26 | Drehgeber |
| 30 27 | Längensensor |
| 28 | Erster Teilelement |
| 29 | Zweites Teilelement |

30 Ultraschallsensor

31 Längsachse

32 Mantellinie

33 Vorlaufkörper

5 34 Ultraschallsensor

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung des Volumen- und/ oder Massendurchflusses eines Mediums (3), das eine Rohrleitung (2) in einer

5 Strömungsrichtung (S) durchfließt, mit zumindest zwei Ultraschallsensoren

(16, 17), die in einer definierten Meßposition an der Außenwand der Rohrleitung (2) befestigt sind und die wechselweise Ultraschall-Meßsignale aussenden und empfangen, und mit einer Regel-/Auswerteeinheit (22), die den Volumen- und/oder den Massendurchfluß des Mediums (3) in der

10 Rohrleitung(2) anhand der Laufzeitdifferenz der Ultraschall-Meßsignale in Strömungsrichtung (S) und entgegen der Strömungsrichtung (S) ermittelt,
dadurch gekennzeichnet,

daß die beiden Ultraschallsensoren (16, 17) an einer zangenartigen Klemmeinheit (4) befestigt sind, die derart ausgestaltet ist, daß die Ultraschall- sensoren (16, 17) durch Aufklemmen auf die Rohrleitung (2) in der Meßposition anbringbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

20 daß die zangenartige Klemmeinheit (4) so ausgestaltet ist, daß sich die beiden Ultraschallsensoren (16, 17) nach dem Aufklemmen auf die Rohrleitung (2), die einen weitgehend beliebigen Außendurchmesser aufweist, automatisch in der Meßposition befinden.

25 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Klemmeinheit (4) derart ausgestaltet ist, daß die beiden Ultraschall- sensoren (16, 17) in der Meßposition in einer Zwei- oder Mehr-Traversen- anordnung auf einer zur Längsachse (31) der Rohrleitung (2) im wesentlichen parallelen Mantellinie (32) angeordnet sind.

30 4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,
daß die Klemmeinheit (4) derart ausgestaltet ist, daß die beiden Ultraschall-
sensoren (16, 17) in der Meßposition auf entgegengesetzten Seiten der
Rohrleitung (2) in einer Ein-Traversenanordnung oder in einer mehrfachen
5 Ein-Traversenanordnung angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Klemmeinheit (4) eine erste Teileinheit (28) und eine zweite Teil-
10 einheit (29) umfaßt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß die erste Teileinheit (28) aus zwei Hebelarmen (5, 6) besteht, die in ihrem
15 mittleren Bereich über eine Schwenkverbindung (7) miteinander gekoppelt
sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

20 daß die zweite Teileinheit (29) folgende Komponenten aufweist: zwei V-förmig
angeordnete Führungsschienen (10, 11), die in ihren verbundenen
Endbereichen über die Schwenkverbindung (9) miteinander gekoppelt sind,
zwei festklemmbare Schwenkverbindungen (20, 23; 21, 24), die in den freien
Endbereichen der Führungsschienen (10, 11) und in den Endbereichen einer
25 Querstange (12) vorgesehen sind, zwei Verbindungsstücke (14, 15), an denen
die Ultraschallsensoren 16, 17 befestigt sind, die Querstange (12), die starr
mit dem ersten Hebelarm (5) der zweiten Teileinheit (29) verbunden ist, und
eine Halterung (19), die mit dem zweiten Hebelarm (6) der ersten Teileinheit
(28) in Verbindung steht.

30

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, 6 oder 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß ein erster Drehgeber (25) vorgesehen ist, der die Winkelstellung zwischen den beiden Hebelarmen (5, 6) bestimmt, wobei die Regel-/Auswerteeinheit (22) anhand der gelieferten Winkelstellung der beiden Hebelarme (5, 6) den Außendurchmesser (D_a) der Rohrleitung (2) ermittelt.

5

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß zumindest ein weiterer Ultraschallsensor (34) vorgesehen ist, der die Wandstärke (d) der Rohrleitung (2) bestimmt.

10

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Kompensationseinheit (18, 19) vorgesehen ist, die die Dicke (d) der Rohrwand der Rohrleitung (2) durch entsprechende Höhenverstellung (H) der zangenartigen Klemmeinheit (4) automatisch kompensiert.

15
11. Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Kompensationseinheit (18, 19) ein zweiter Drehgeber (26) und ein Längensensor (27) zugeordnet ist, über die der Einfluß der Rohrwand auf die Laufzeit der Ultraschall-Meßsignale automatisch kompensiert wird.

20

1/6

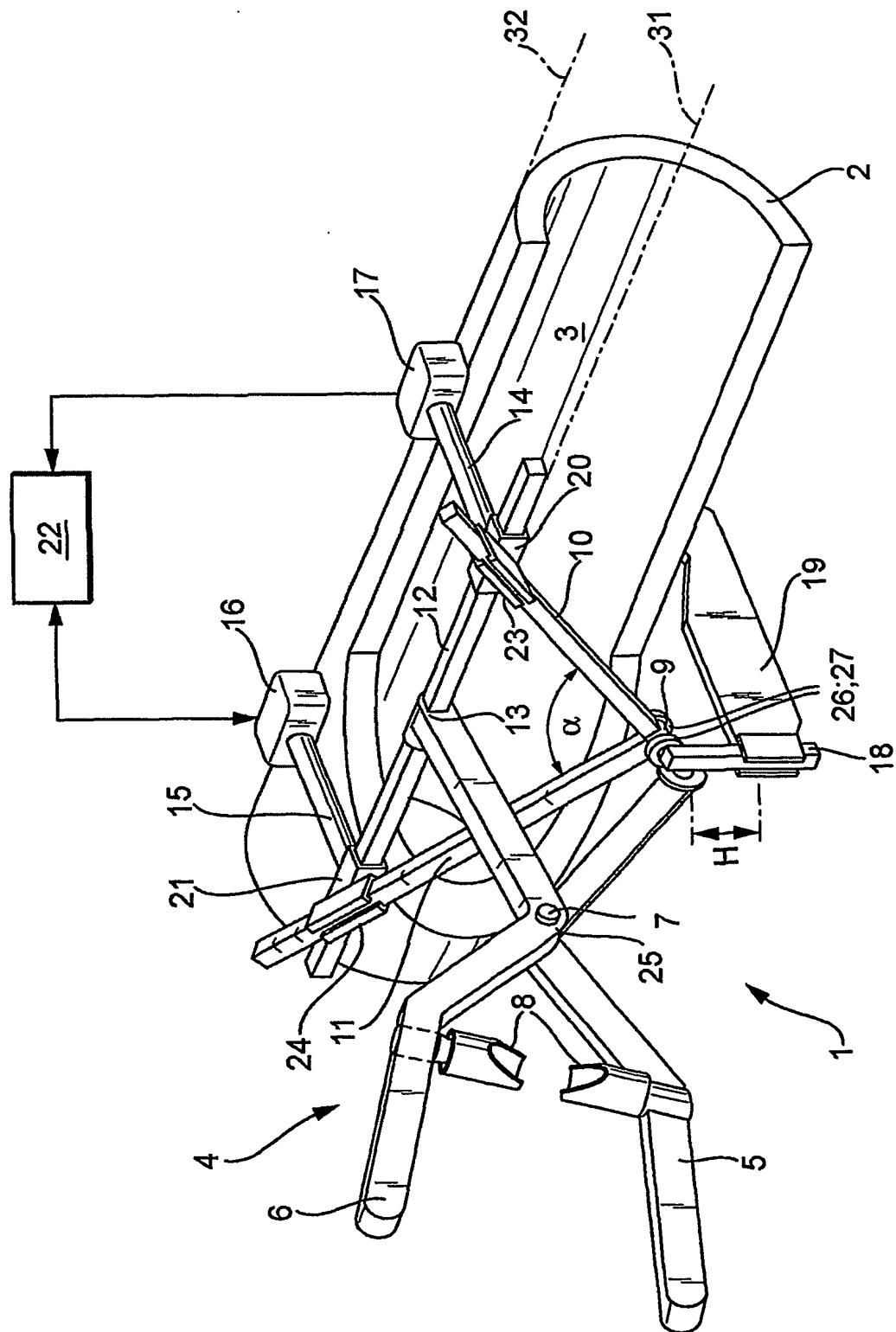


Fig. 1

2/6

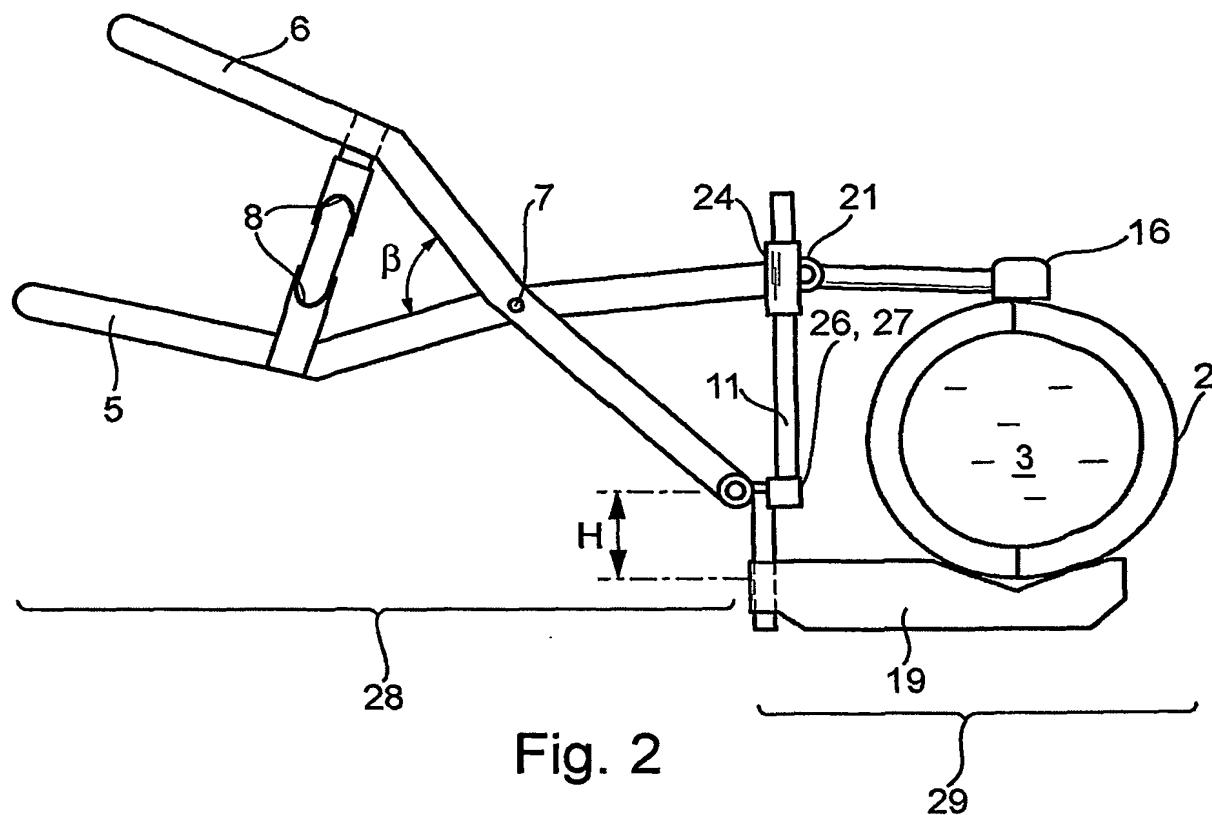


Fig. 2

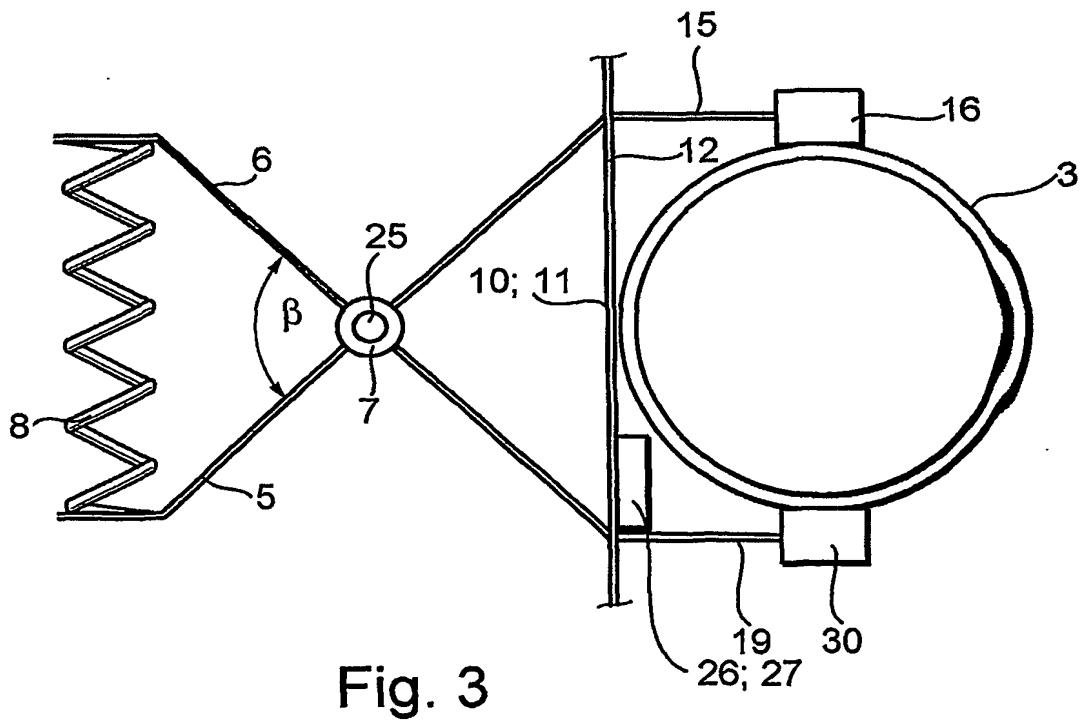


Fig. 3

3/6

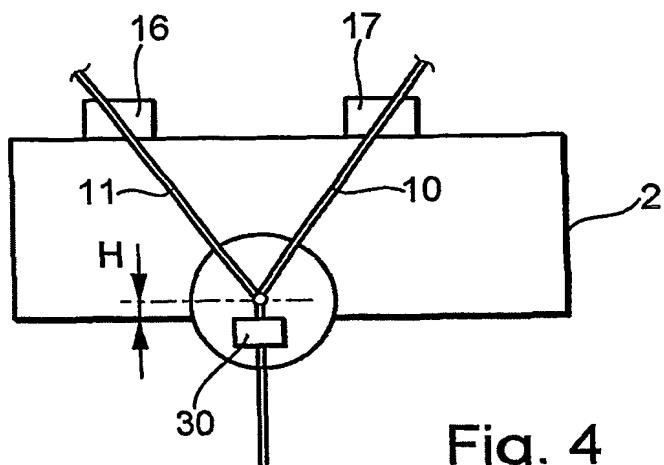


Fig. 4

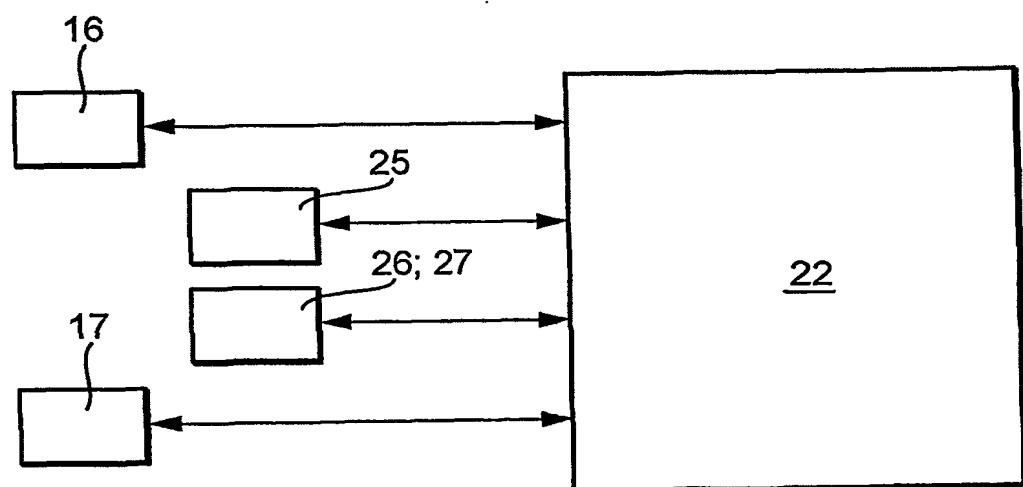


Fig. 5

4/6.

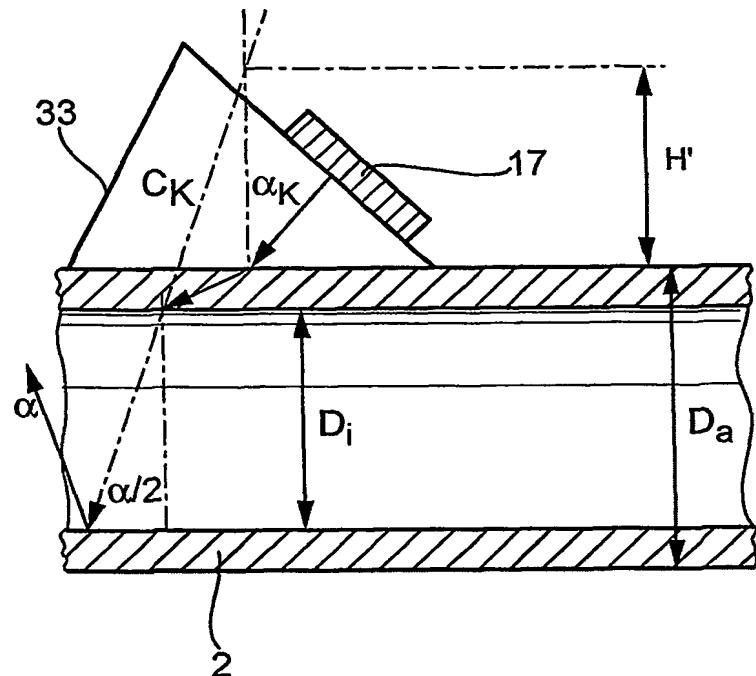


Fig. 6

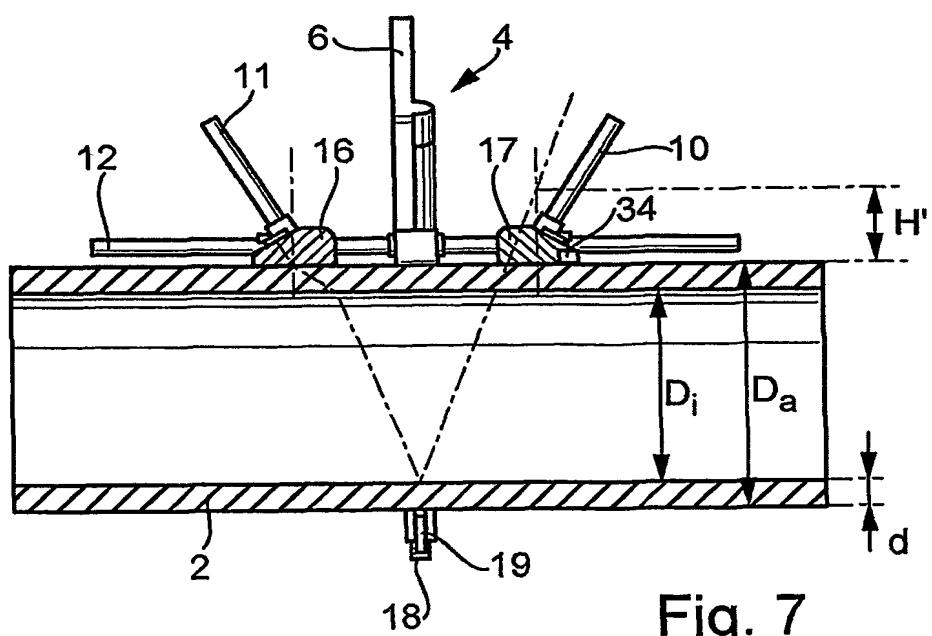


Fig. 7

5/6

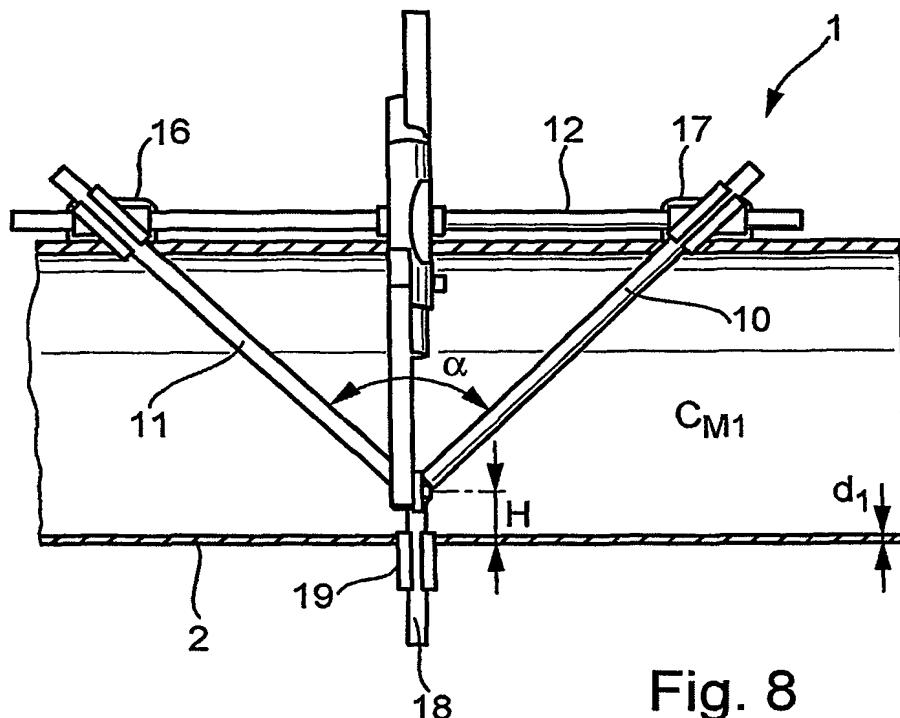


Fig. 8

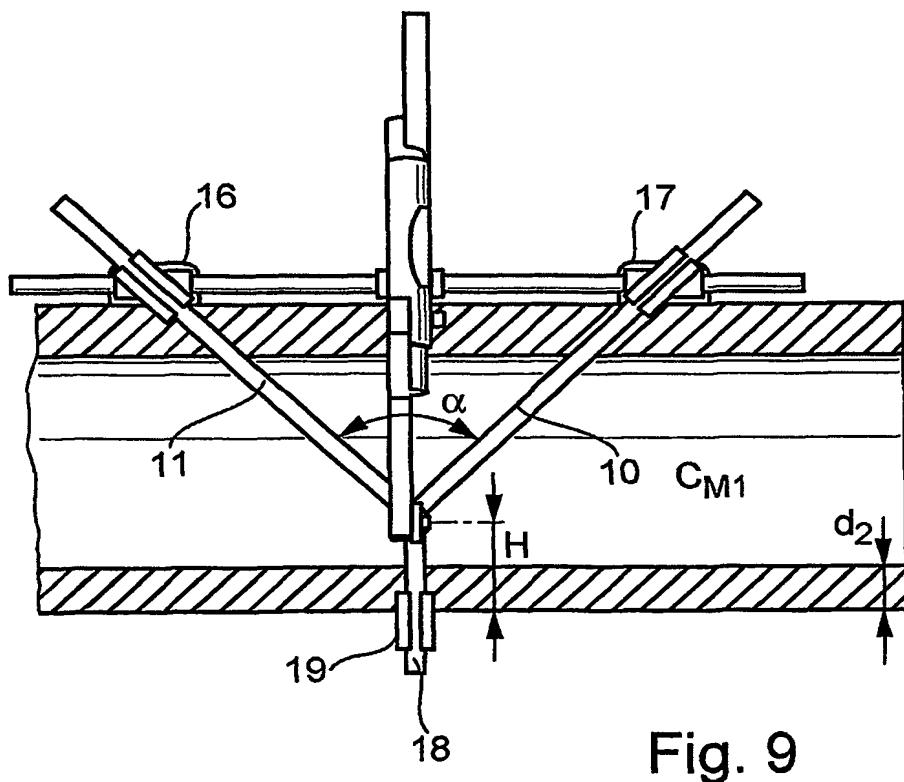


Fig. 9

6/6

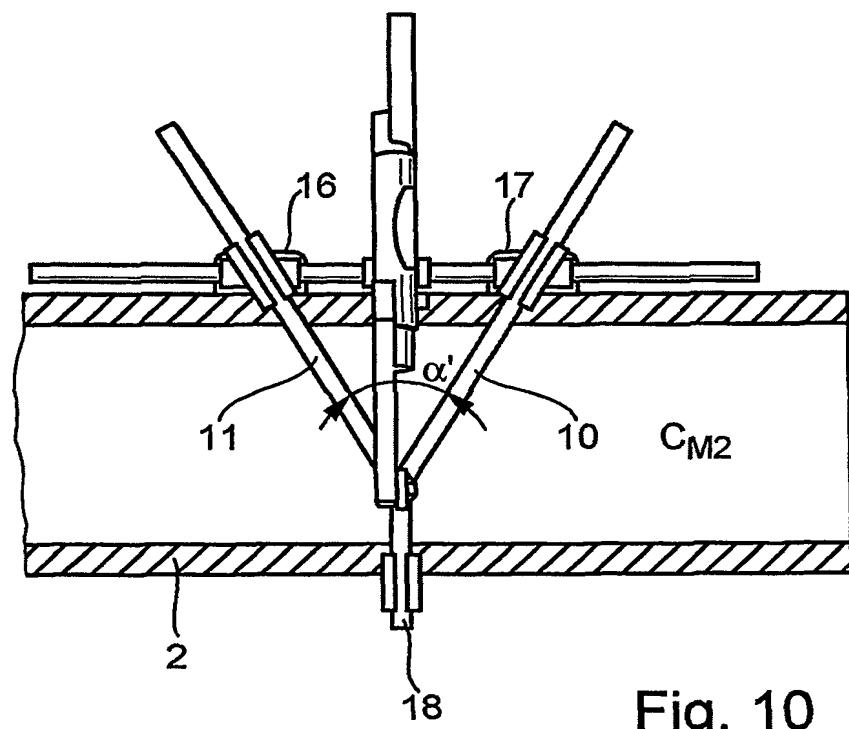


Fig. 10